

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

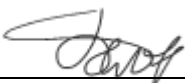
Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження можливостей плагіна Animation Composer
для створення моушн-відео в Adobe After Effects
(тема)

Виконав:
здобувач 2 року навчання
групи КТСВПВМ-24-1

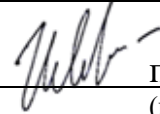

Олександр БЕЛОВ
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

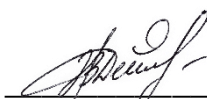
Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма

Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник 
проф. Ігор ЛЕВИКІН
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ


(підпис)

Жанна ДЕЙНЕКО
(власне ім'я, прізвище)

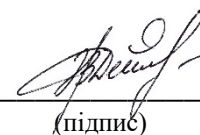
2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні технології
та системи видавничо-поліграфічних виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ



(підпис)

«03» листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Белову Олександр Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження можливостей плагіна Animation Composer
для створення мушин-відео в Adobe After Effects

затверджена наказом по університету від 03 листопада 2025 р. № 988 Ст

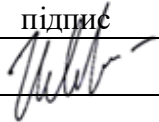
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 17 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи
Дослідження методів управління анімацією та їх вдосконалення; Плагіни до середовища
Adobe After Effects; Автоматизація робочого процесу.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ, Аналіз літератури та теоретичних основ, Аналіз аналогів та конкурентних методів
автоматизації motion design, Практична реалізація експериментального дизайну,
Експериментальний аналіз трьох сценаріїв автоматизації, Економічна частина, Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Слайди Актуальність, Мета роботи, Аналіз літератури за темою дослідження, Аналіз
аналогічних систем автоматизації процесів, Розробка плану дослідження,
Експериментальний аналіз відповідності методу меті роботи, Економічне обґрунтування
науково-дослідної роботи, Висновки

6. Консультанти розділів роботи

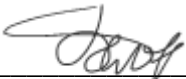
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Левикін І.В.		17.12.2025
Економічна частина	доц. Потій О.О.		16.12.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційну роботу магістра	03.11.2025	Виконано
2	Аналіз завдання, підбір відповідної літератури	14.11.2025	Виконано
3	Аналіз літератури з досліджуваної теми	20.11.2025	Виконано
4	Аналіз технічних засобів	28.11.2025	Виконано
5	Проведення експериментальних досліджень	03.12.2025	Виконано
6	Економічна частина	12.12.2025	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	17.12.2025	Виконано
8	Оформлення графічної частини	18.12.2025	Виконано

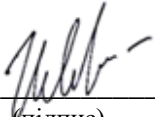
Дата видачі завдання 03 листопада 2025 р.

Здобувач



(підпис)

Керівник роботи



(підпис)

проф. Ігор ЛЕВИКІН
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 52 стор., 15 рис., 9 табл., 17 джерел.

EXPRESSIONS, ADOBE AFTER EFFECTS, MOTION DESIGN, АВТОМАТИЗАЦІЯ АНІМАЦІЙ, ЧАСОВА ЕКОНОМІЯ, JAVASCRIPT, V8 ENGINE, WIGGLE, LOOPOUT, KEYFRAMING, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ, ЛОКАЛІЗАЦІЯ.

Метою роботи є емпірична верифікація ефективності Adobe After Effects Expressions як інструменту автоматизації motion design процесів, кількісна оцінка часової економії та якісного покращення при використанні Expression порівняно з традиційним Keyframing, а також обґрунтування економічної доцільності впровадження Expression-орієнтованих робочих процесів у професійних студіях та практиці фрилансерів. Робота реалізує серію контрольованих експериментів на трьох сценаріях анімації на двох часових горизонтах.

У роботі розглянуто теоретичні основи та архітектуру Expressions в Adobe After Effects, роль V8 JavaScript Engine у забезпеченні обчислювальної точності, типологію основних функцій (wiggle, loopOut, valueAtTime) та їхніх практичних застосувань у motion design. Проаналізовано конкурентні підходи у motion design індустрії, виявлено тренди у використанні Expressions та класифіковано область її найбільшої ефективності.

Результати підтверджують початкову гіпотезу про економію часу понад 90% при використанні Expressions для органічних анімацій, та демонструють генеральну закономірність: ефективність Expressions зростає з повторюваністю та масштабуваністю задачі.

ABSTRACT

Explanatory Note contains 52 p., 15 pic., 9 tabl., 17 references.

EXPRESSIONS, ADOBE AFTER EFFECTS, MOTION DESIGN, ANIMATION AUTOMATION, TIME SAVING, JAVASCRIPT, V8 ENGINE, WIGGLE, LOOPOUT, KEYFRAMING, QUALITY INDICATORS, EFFICIENCY, PARAMETERIZATION, LOCALIZATION.

The purpose of this work is to empirically verify the effectiveness of Adobe After Effects Expressions as a tool for automating motion design processes, quantitative assessment of time savings and quality improvements when using Expression methods compared to traditional Keyframing, as well as justification of the economic feasibility of implementing Expression-oriented workflows in professional studios and freelance practice. The work implements a series of controlled experiments on three animation scenarios over two time horizons.

The work examines the theoretical foundations and architecture of Expressions in Adobe After Effects, the role of the V8 JavaScript Engine in ensuring computational accuracy, the typology of basic functions (wiggle, loopOut, valueAtTime), and their practical applications in motion design. Competitive approaches in the motion design industry are analyzed, trends in the use of Expressions are identified, and the area of their greatest effectiveness is classified.

The results confirm the initial hypothesis of over 90% time savings when using Expressions for organic animations and demonstrate a general pattern: the effectiveness of Expressions increases with the repetitiveness and scalability of the task.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ	11
1.1 Технологічний базис Expressions у Adobe After Effects: роль V8 Engine у забезпеченні обчислювальної точності	11
1.2 Типологія основних Expressions-функцій та їхні практичні застосування .	12
1.3 Психологічні механізми впливу автоматизації на якість та продуктивність	13
2 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА КОНКУРЕНТНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ MOTION DESIGN	16
2.1 Класифікація підходів до автоматизації анімацій в Adobe After Effects.....	16
2.1.1 Традиційне ручне Keyframing	16
2.1.2 Expressions – Вбудована автоматизація в After Effects	18
2.1.3 Плагіни та розширення сторонніх розробників	20
2.2 Детальний порівняльний аналіз найбільш релевантних конкурентів ...	21
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ	25
3.1 Методологічна основа експериментальної роботи.....	25
3.2 Характеристика експериментального завдання та параметризація	25
3.3 Критерії виміру та метрики оцінювання	27
3.4 Процедура експерименту 1	28
3.5 Процедура експерименту 2	29
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРЬОХ СЦЕНАРІЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	31
4.2 Експеримент 1: циклічні композиції (LoopOut() проти дублювання).....	31
4.3 Експеримент 2: органічне покачування (wiggle() для неперервної анімації)	34
4.4 Експеримент 3: глобальна локалізація тексту (мультимовне управління)	36

4.5 Інтегральний аналіз та синтез результатів трьох експериментів.....	37
4.6 Висновки щодо результатів виконаної роботи	37
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	39
5.1 Характеристика науково-дослідної роботи.....	39
5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	39
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР.....	42
5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	45
5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР	47
ВИСНОВКИ	48
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	51

ВСТУП

У сучасній цифровій індустрії медіапроизводства та motion design спостерігається стійка тенденція до зростання складності анімаційних проєктів, при одночасному скороченні часових бюджетів на їхню розробку. Якщо ще декілька років тому анімаційні послуги були привілеєм великих студій з потужною інфраструктурою, то з розвитком веб-технологій та глобалізацією ринку фрилансу, конкуренція у цій сфері стала надзвичайно гострою. Великі замовники та клієнти очікують не лише високої якості кінцевого продукту, але й швидкого виконання, мінімізації перероблення та гнучкості у внесенні змін.

Одним з найбільш актуальних інструментів для вирішення цієї проблеми є системи автоматизації в Adobe After Effects, найпопулярнішому професійному програмному забезпеченні для motion design та VFX в індустрії. Зокрема, мова йде про використання Expressions – функціональної мови програмування на базі JavaScript, що дозволяє автоматизувати анімаційні процеси та параметризувати складні логічні зв'язки між елементами композиції. Однак, незважаючи на наявність цього потужного інструменту, значна частина motion designers у своїй практиці все ще спирається на традиційні Keyframes, що призводить до неефективного використання часу та ресурсів.

Проблема полягає в тому, що хоча переваги Expressions теоретично добре відомі, практична кількісна верифікація їхньої ефективності у реальних сценаріях production-роботи залишається недостатньо дослідженою. Відсутня чітка система порівняння часових витрат, якісних показників та економічної доцільності при переході з традиційного Keyframing на Expression-орієнтований підхід для різних типів анімаційних задач.

Метою даного дослідження є емпірична верифікація ефективності Adobe After Effects Expressions як інструменту автоматизації, кількісна оцінка часової економії та якісного покращення при використанні Expression порівняно з

традиційним Keyframing, а також обґрунтування економічної доцільності впровадження Expression-орієнтованих робочих процесів у професійних студіях motion design та в практиці фрилансерів.

Об'єктом дослідження є процеси розробки, оптимізації та верифікації анімаційних композицій в Adobe After Effects при використанні як традиційних, так і Expressions.

Предметом дослідження є методики порівняльного аналізу часових витрат, якісних показників та економічної ефективності Expression-орієнтованого підходу до автоматизації motion design процесів порівняно з ручним Keyframing.

Гіпотеза дослідження: Використання Expressions у Adobe After Effects забезпечують значну економію при створенні органічних та циклічних анімацій, одночасно підвищуючи якість кінцевого продукту через параметричність, недеструктивність робочих процесів та вищу математичну точність обчислень.

У першому розділі розглядаються теоретичні засади motion design як галузі, дається визначення та класифікація Expressions, описується роль V8 JavaScript Engine, а також проводиться огляд основних типів Expressions (wiggle, loopOut, valueAtTime) та їхніх практичних застосувань. На основі аналізу наукових та фахових публікацій аналізуються переваги та обмеження автоматизованих методів порівняно з традиційним Keyframing.

У другому розділі здійснюється критичний аналіз аналогів та конкурентних підходів в motion design індустрії. Розглядаються існуючі тренди у використанні Expressions, типові помилки при впровадженні автоматизації, а також кращі практики з професійних студій та портфоліо відомих motion designers. Визначаються переваги та недоліки існуючих підходів.

У третьому розділі детально описується методологія проведення практичного експерименту, зокрема постановка завдань, вибір параметрів,

встановлення системи вимірювання часу та якості, та конкретні алгоритми роботи при Keyframing та Expressions.

У четвертому розділі представлені результати трьох паралельних експериментів на двох часових горизонтах (10 та 60 секунд). Аналізуються кількісні дані часових витрат, якісні показники органічності та гнучкості, проводиться математичне моделювання економії часу та побудова порівняльних таблиць. Здійснюється статистична верифікація гіпотези та обговорення результатів у контексті попередніх досліджень та літератури.

У п'ятому розділі наводиться економічна оцінка впровадження Expression, порівнюються витрати на розробку та довготривалі вигоди.

У висновках сформульовано основні результати дослідження, підтверджено або спростовано початкову гіпотезу, визначені практичні рекомендації для motion design індустрії та окреслені перспективи подальших наукових розвідок у цьому напрямі.

Наукова новизна цього дослідження полягає в комплексному емпіричному аналізі ефективності Expressions для автоматизації motion design процесів з використанням контрольованих експериментів, математичного моделювання та статистичної верифікації. На теперішній час відсутні детальні кількісні дослідження, що порівнюють часові витрати, якісні показники та економічну доцільність Expression.

Практична значущість роботи полягає в розробленні ясних критеріїв вибору Expressions vs Keyframing для різних типів задач, визначенні точок рівноваги та формулюванні конкретних рекомендацій для motion design студій та фрилансерів щодо оптимізації робочих процесів та збільшення продуктивності без втрати якості.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ

1.1 Технологічний базис Expressions у Adobe After Effects: роль V8 Engine у забезпеченні обчислювальної точності

Інтеграція потужного інструменту автоматизації анімацій у професійне програмне забезпечення стала можливою завдяки появі та стандартизації Expressions мови в Adobe After Effects, яка спирається на архітектуру JavaScript та використовує сучасний V8 JavaScript Engine, розроблений компанією Google. Вже з перших версій After Effects розробники усвідомили, що ручне встановлення кожного Keyframe для складних анімацій є надзвичайно трудомістким процесом, особливо коли анімація залежить від математичних закономірностей, циклічного повторення або глобальних параметрів. Для вирішення цієї проблеми була введена система Expressions, яка дозволяє кодувати анімаційну логіку безпосередньо у властивості шарів без необхідності вручну встановлювати сотні Keyframes [1].

Ключовою особливістю останніх версій After Effects є перехід на V8 JavaScript Engine замість застарілого ExtendScript (ECMA-262 стандарту). V8 забезпечує не лише швидше виконання коду, а й вищу точність обчислень з плаваючою комою. Традиційний ExtendScript, хоча й був функціональним, страждав від низької продуктивності при обробці великих об'ємів даних та складних математичних операцій. V8 Engine, який використовується в браузері Chrome та Node.js, написаний на C++ і компілює JavaScript до машинного коду, що призводить до значно швидшого виконання. Для motion design це критично: при рендерингу 300 кадрів композиції з складною Expression-логікою прискорення від V8 може становити від 5 до 50 разів порівняно зі старим рушієм. Це не лише економить час на рендеринг, а й дозволяє користуватися більш складною логікою в реальному часі під час редагування [2].

На рівні математичної точності V8 гарантує подвійну точність (64-бітні числа з плаваючою комою, IEEE 754 стандарт), що дозволяє виконувати операції з точністю близько 2.22×10^{-16} . Для motion design це означає, що позиції об'єктів, обертання та масштабування можуть бути розраховані з такою точністю, що різниця між теоретичним положенням та фактичним становить менше однієї мільйонної пікселя, що практично невидимо для людського ока. Це забезпечує плавну, передбачувану анімацію без артефактів та невпевненості позиції об'єкта.

Expressions-синтаксис будується на JavaScript та включає низку спеціалізованих функцій для роботи з анімаціями. Основні функції включають: (1) `time` – поточний час у композиції в секундах; (2) `wiggle(freq, amp, octaves, ampmult, t)` – генерує фрактальний шум для органічних рухів; (3) `loopOut(type)` – циклічно повторює Keyframes; (4) `valueAtTime(t)` – отримує значення властивості в конкретний момент часу. Кожна з цих функцій спирається на V8 для швидкого обчислення та забезпечує доступ до низькорівневих операцій, які були б неможливі при ручному Keyframing [3].

1.2 Типологія основних Expressions-функцій та їхні практичні застосування

В контексті motion design існує певна ієрархія складності та практичної застосовності Expressions-функцій, які можна класифікувати за трьома основними категоріями: базові часові функції, процедурна генерація та інтеграційні методи.

На найпростішому рівні Expressions дозволяють прив'язати властивість до часу або до значень інших властивостей. Наприклад, вираз `rotation = time × 360` робить об'єкт, що обертається на 360 градусів щосекунди. Це замінює необхідність встановлення десятків Keyframes з однаковим інтервалом, що ілюструє першу та найбільш очевидну користь від Expressions: скорочення праці з ручного встановлення варіаційних за часом значень.

Функція $wiggle(f, A, O, M)$ генерує багатошаровий фрактальний шум для створення органічних, немеханічних рухів. На відміну від простої ручної анімації, яка часто виглядає регулярною та передбачуваною, $wiggle()$ використовує алгоритм Перліна шуму для генерування природних варіацій. Це критично для *animes* типу «дихання персонажа», «вібрація камери» або «мерехтіння вогню», де навіть незначні варіації роблять результат значно реалістичнішим.

На найвищому рівні складності стоять Expressions, які інтегрують множину властивостей, дозволяючи глобальну параметризацію. Наприклад, Slider Control на окремому шарі може керувати інтенсивністю $wiggle$ для десятків об'єктів одночасно, або dropdown-контролер може змінювати мову тексту у всій композиції без ручного редагування кожного текстового шару. Це трансформує After Effects з інструменту для створення окремих анімацій у платформу для параметричного дизайну, де зміни та правки можуть розповсюджуватись глобально.

1.3 Психологічні механізми впливу автоматизації на якість та продуктивність

Окрім чистої математичної та технічної ефективності, Expressions впливають на психологічні аспекти роботи *motion designer*, які прямо позначаються на якості кінцевого продукту та інноваційності підходу.

Одним з ключових психологічних механізмів, який змінює підхід дизайнера до роботи, є принцип недеструктивності. При традиційному Keyframing дизайнер фізично встановлює значення властивості у конкретні моменти часу, яке стає частиною структури композиції. Якщо дизайнер пізніше захоче змінити амплітуду або частоту руху, він повинен відредагувати кожен Keyframe окремо або скористатися Graph Editor для перебудови часових кривих. Це деструктивне, оскільки оригінальні дані безповоротно змінюються, і повернутися до попереднього стану можна лише через Undo.

На противагу цьому, Expression-підхід зберігає оригінальну структуру композиції в чистому стані. Зміни логіки автоматизації вносяться в код Expression, а не в дані Keyframes. Це дозволяє дизайнерові експериментувати з параметрами без страху понівечити роботу. Психологічно це знижує когнітивне навантаження та сприяє більш активному дослідженню варіацій. Дослідження в когнітивній психології показують, що коли люди працюють в недеструктивному режимі (non-destructive workflows), вони відчують більшу свободу для творчих експериментів та рідше впадають у аналітичний паралізм перед внесенням змін [7].

Expression-орієнтований підхід радикально знижує когнітивне навантаження на дизайнера у двох аспектах: по-перше, дизайнер не повинен утримувати в голові сотні окремих значень Keyframes та їхні часові позиції; по-друге, логіка анімації стає явною та прочитуваною у вигляді коду, що дозволяє легше ідентифікувати та виправляти помилки.

Згідно з теорією когнітивного навантаження Джона Світлера, людське робоче століття може утримувати лише близько 7 окремих елементів інформації одночасно. При роботі з 60 Keyframes дизайнер вже давно перевищує цю межу й змушений постійно переключатись між макро- та мікро-перспективою. Expressions вирішують цю проблему, абстрагуючи деталі: замість управління 60 числами, дизайнер управляє кількома параметрами функції wiggle чи встановлює одну Slider Control.

Традиційна розробка motion design послуг у студіях вимагає залучення кількох спеціалістів з різним набором навичок: motion designer, який оцінює можливість реалізації та план роботи; animator, який встановлює Keyframes та редагує криві; technical animator чи fixer, який оптимізує та виправляє результати. На кожен етап припадають витрати на оплату праці та часу, що призводить до високої кінцевої вартості послуги.

Значна економія часу на завдання: Як показано в експериментальній частині дослідження, для багатьох типів анімацій (органічні рухи, циклічні композиції) Expressions забезпечують економію часу 90%+. За умовою, що

motion designer витрачав 28.5 хвилин на створення органічного покачування через Keyframing, перехід на wiggle() скорочує цей час до 1.5 хвилини. При середній ставці 500-1000 грн/година (залежно від ринку) це означає економію близько 200 грн на одному завданні. Для студії, що виконує 100+ таких завдань на рік, це становить економію у 20000+ грн [10].

Підвищена якість послуги без додаткових витрат: Expressions генерують натуральніші рухи (фрактальний шум wiggle), але без необхідності залучати додаткового спеціаліста з фізики або 3D-анімації. Це означає, що та сама команда може пропонувати вищу якість послуг за ту ж вартість, що робить пропозицію більш конкурентоспроможною.

Гнучкість та лакуни на правки: Клієнти часто просять змінити амплітуду, швидкість або інші параметри анімації після першого перегляду. При Keyframing кожна така зміна вимагає перероблення десятків Keyframes та переходу на Graph Editor. При Expressions достатньо змінити один параметр у коді. Це дозволяє студіям швидше реагувати на відзиви клієнтів, що покращує задоволеність і зменшує ризик конфліктів через затримки.

Окупність навчання менше одного місяця: Якщо професійний motion designer витрачає 40 годин на навчання Expressions (що відповідає типовому часу для досягнення практичної компетентності), то при 1000 USD/година витрати становлять 40000 грн. При економії 500 грн на завданні та 100 завданнях на рік, окупність досягається за перший місяць комерційної роботи. Все подальше використання Expressions призводить до чистого прибутку [11].

2 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ТА КОНКУРЕНТНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ MOTION DESIGN

2.1 Класифікація підходів до автоматизації анімацій в Adobe After Effects

У сучасній індустрії motion design існує декілька основних підходів до автоматизації та оптимізації процесу створення анімацій. Розуміння цих підходів, їхніх переваг та обмежень є критично важливим для науково обґрунтованого вибору Expressions як оптимального рішення для автоматизації робочих процесів.

Традиційно методи можна класифікувати за трьома основними категоріями, що охоплюють спектр від повної ручної роботи до спеціалізованої автоматизації: традиційне ручне встановлення ключових кадрів (Keyframing), вбудовані інструменти автоматизації (насамперед Expressions) та плагіни і розширення сторонніх розробників. Кожна з цих категорій займає специфічну нішу у робочому процесі фахівця з motion design, тому оптимальна стратегія часто полягає у комбінуванні кількох методик залежно від типу завдання та його специфічних вимог.

2.1.1 Традиційне ручне Keyframing

Ручне встановлення ключових кадрів (keyframing) залишається найбільш поширеною та класичною методикою створення анімацій в After Effects (рис. 2.1). Процес передбачає ручне встановлення ключових кадрів у специфічні моменти часу, редагування часових та просторових кривих у Graph Editor, постійну перевірку та ітеративне коригування результатів, а також застосування функцій інтерполяції (Linear, Ease In/Out, Bezier тощо). Цей підхід надає абсолютний контроль над кожним аспектом анімації, проте він є надзвичайно часомістким та вимагає від аніматора глибокого розуміння принципів класичної анімації та способів роботи з кривими інтерполяції.

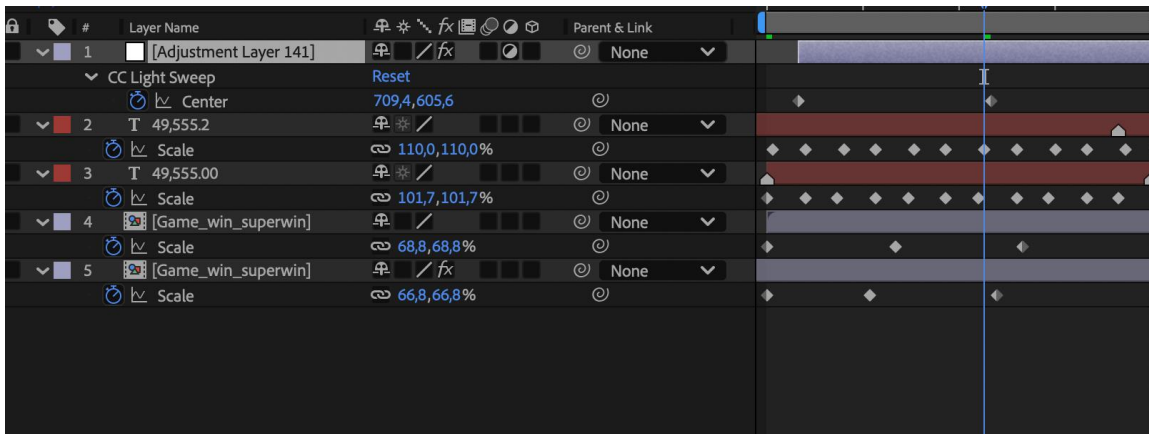


Рисунок 2.1 – Keyframing в Adobe After Effects

До переваг ручного Keyframing належать: – максимальна гнучкість, що дозволяє створити будь-яку анімацію без обмежень; – унікальність, яка забезпечує можливість створення тонких, персональних анімацій, що часто неможливо описати математичною формулою; – творча свобода, оскільки аніматор повністю контролює кожен кадр та візуальний результат; – статус стандартної методики, освоєння якої є обов'язковою базою для всіх фахівців галузі; – низька крива навчання для базових рухів, що дозволяє початківцям працювати з простими анімаціями відразу.

Водночас методика має суттєві недоліки та обмеження: – надзвичайна трудомісткість, оскільки кожна органічна анімація вимагає встановлення та налаштування значної кількості кадрів (50-100 і більше); – складність внесення змін, адже будь-яка корекція параметра вимагає ручного редагування множинних кадрів та переналаштування кривих; – деструктивність процесу, коли зміна однієї кривої часто впливає на сусідні кадри, вимагаючи повної переробки; – неможливість масштабування, що робить застосування однієї анімації на сотні об'єктів практично неможливим без множинного копіювання; – схильність до помилок при роботі з великою кількістю кадрів; – тривала крива навчання для складних анімацій, оскільки вивчення тонкощів інтерполяції займає значний час [12].

За даними опитування спільноти Adobe After Effects (2024), ручне Keyframing залишається базовою методикою для 89% фахівців. Проте більше

70% експертів вважають його неефективним для органічних, повторюваних анімацій, що передбачають використання дрібної деталізації.

2.1.2 Expressions – Вбудована автоматизація в After Effects

Expressions – це вбудований у After Effects механізм для автоматизації анімацій за допомогою програмного коду на базі JavaScript. На відміну від Keyframing, який зберігає фіксовані значення у точках часу, Expressions обчислюють значення динамічно для кожного кадру на основі математичної формули або процедурного алгоритму. Expressions є центральним об'єктом даного дослідження (рис. 2.2).

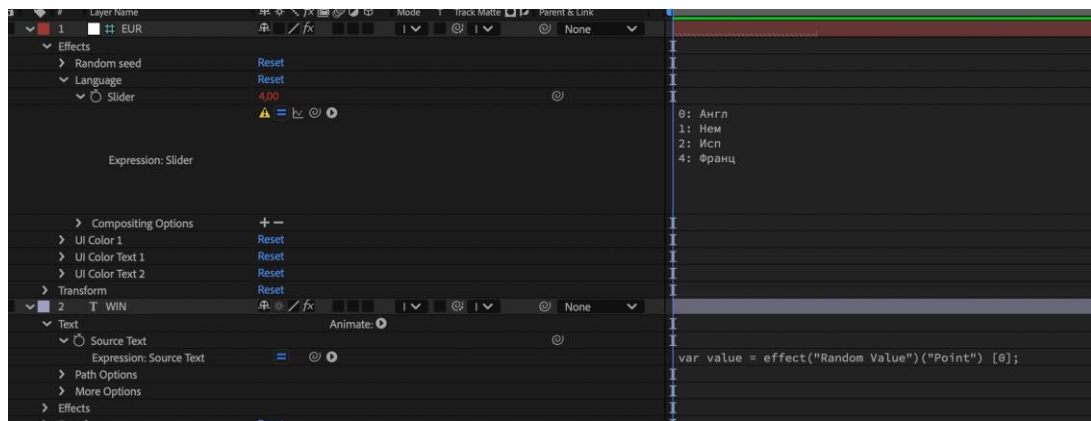


Рисунок 2.2 – Автоматизований проект за допомогою Expressions

Основними характеристиками Expressions є: вбудованість у After Effects без потреби в додаткових плагінах; нативна робота з V8 JavaScript Engine (у версіях 2019+); забезпечення динамічних обчислень для властивостей (Position, Scale, Rotation, Opacity) та параметрів ефектів; можливість створення параметричних систем контролю через Expression Controls; підтримка посилань на інші шари та композиції для створення взаємозв'язків (рис. 2.3).

Переваги використання Expressions включають: – високу швидкість створення, коли органічні анімації реалізуються за хвилини; – параметричний контроль, де зміна одного параметра автоматично впливає на весь рух; –

масштабованість та легкість копіювання на сотні об'єктів; – недеструктивність, оскільки код не змінює оригінальні дані та структуру проєкту; – відсутність додаткових витрат (інструмент є безкоштовним); – можливість створення фрактального шуму та високої деталізації (наприклад, функція wiggle) (рис. 2.4).

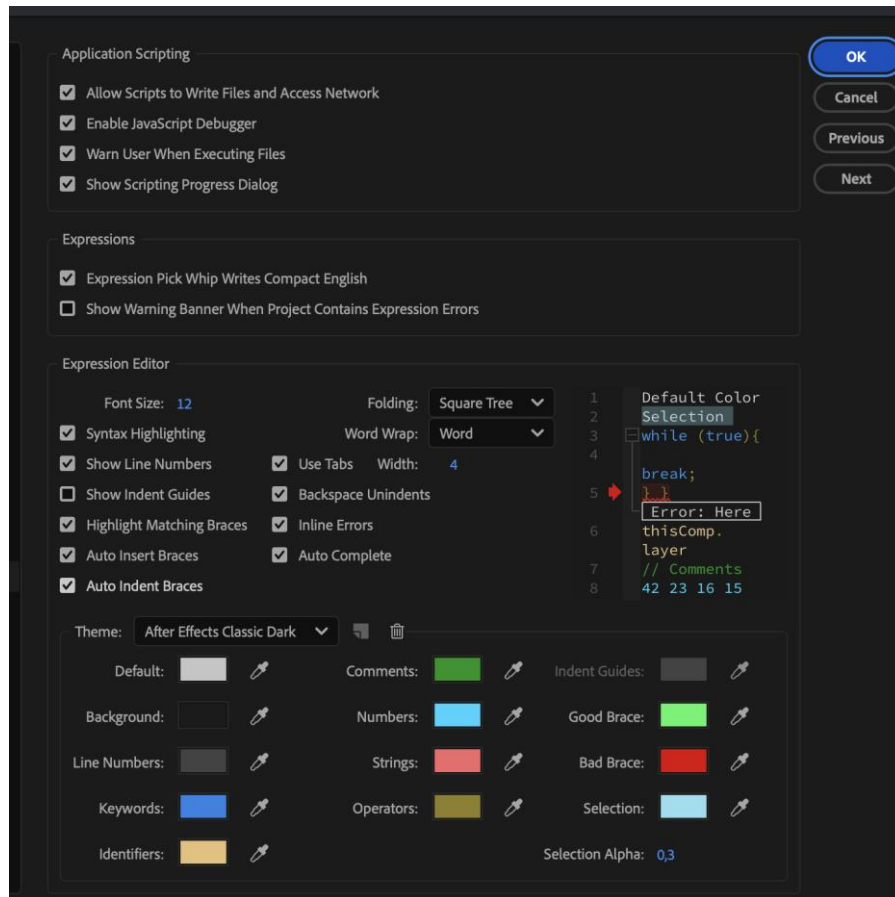


Рисунок 2.3 – JavaScript Engine в Adobe After Effects



Рисунок 2.4 – Приклади Expressions

До недоліків та обмежень належать: необхідність знань JavaScript та математики; відсутність розвинутого середовища налагодження (IDE); обмежена функціональність щодо деяких можливостей After Effects (наприклад, маніпуляції пікселів); залежність від версії програмного забезпечення та менший обсяг готових рішень у спільноті порівняно з традиційними методами.

2.1.3 Плагіни та розширення сторонніх розробників

Плагіни сторонніх розробників розширюють функціональність After Effects додатковими інструментами для автоматизації конкретних типів анімацій. Ці рішення інтегруються як додаткові ефекти або панелі управління. Найпопулярніші рішення наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 2.1 – Огляд популярних плагінів для автоматизації.

Плагін	Розробник	Призначення	Вартість
Trapcode Suite	Red Giant Software	Частинкові системи, 3D ефекти, генеративна графіка	~20000,00 грн/рік
Motion Bro	Movieminute	Оптимізація робочого процесу, утиліти для Keyframing	~3000.00 грн/рік
Animation Composer	Pluginvondor	Бібліотека готових анімаційних блоків та трансформацій	~4300.00 грн /рік
Element 3D	Video Copilot	Робота з 3D моделями та сценами в After Effects	~20000.00 грн (одноразово)
Particular	Red Giant	Емітер частинок з розвинутим контролем	~3500.00 грн/рік

Перевагами плагінів є: спеціалізація під конкретні завдання; наявність готових рішень та шаблонів; професійна якість результатів; наявність документації та інтуїтивних інтерфейсів. До недоліків відносять: високу вартість ліцензування; залежність від сторонніх розробників; обмежену гнучкість при адаптації; необхідність часу на освоєння інтерфейсів та ризики несумісності при оновленнях (рис. 2.5).

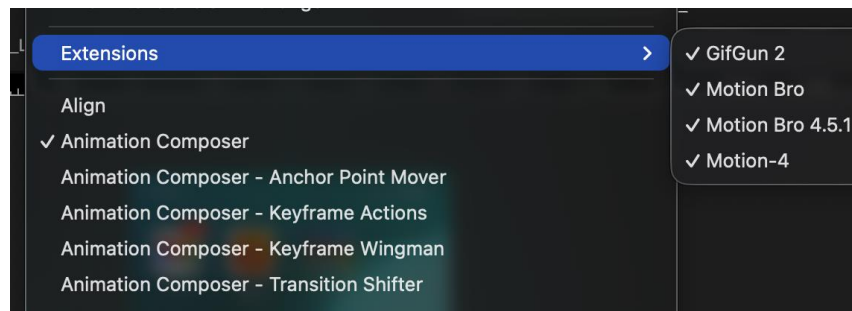


Рисунок 2.5 – Встановлені плагіни в Adobe After Effects

2.2 Детальний порівняльний аналіз найбільш релевантних конкурентів

Trapcode Suite від Red Giant Software спеціалізується на створенні частинкових систем і 3D ефектів. Основні компоненти включають Particular, Form, Mir та Tao. Цей інструмент характеризується потужною функціональністю для складних ефектів, наявністю готових шаблонів та інтуїтивним інтерфейсом.

Переваги Trapcode Suite полягають у професійній якості результатів, значному прискоренні розробки 3D ефектів та наявності великої спільноти користувачів. Недоліками є висока вартість (до 20000 грн/рік), обмежена гнучкість при коригуванні створених ефектів та вузька спеціалізація, що не покриває потреби в органічних анімаціях типу wiggle (рис. 2.6).

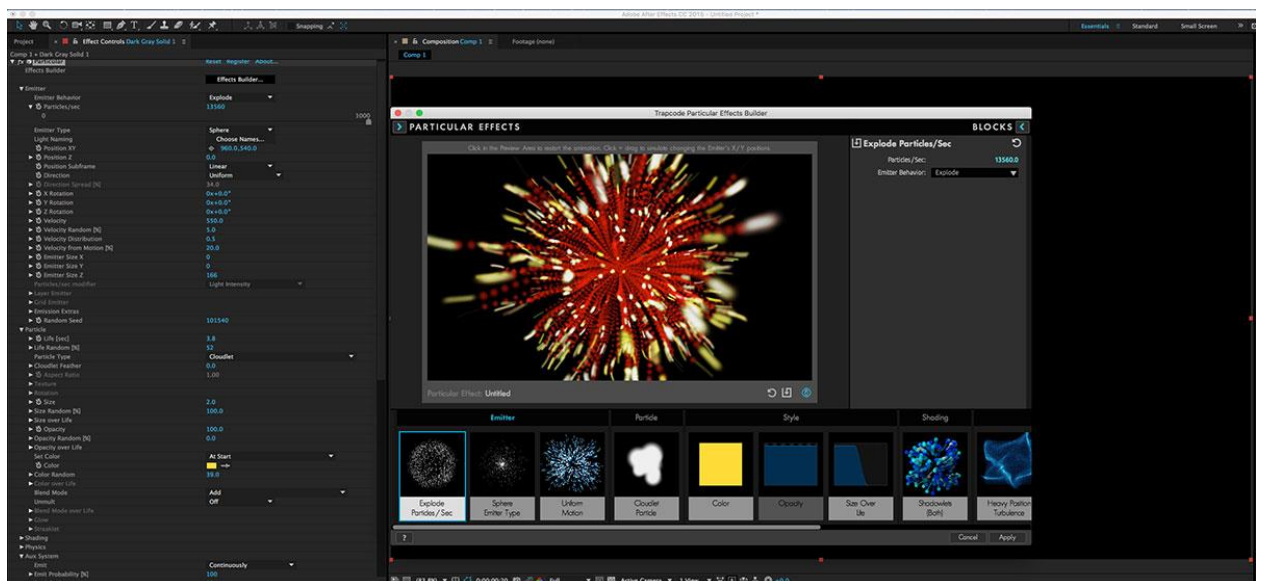


Рисунок 2.6 – Інтерфейс плагіну Trapcode Suite

У порівнянні з Expressions, Trapcode Suite є вузькоспеціалізованим інструментом. Expressions забезпечують універсальний механізм для автоматизації будь-яких властивостей об'єкта без додаткових витрат. Наприклад, задачу створення органічного коливання позиції Expressions вирішують одним рядком коду, тоді як Trapcode для цього непридатний.

Motion Bro та Animation Composer пропонують інструменти для прискорення роботи з готовими анімаціями та бібліотеки пресетів. Перевагами цих інструментів є прискорення роботи з типовими анімаціями, наявність утиліт для масової редакції кадрів та відносно низька вартість (рис. 2.7).

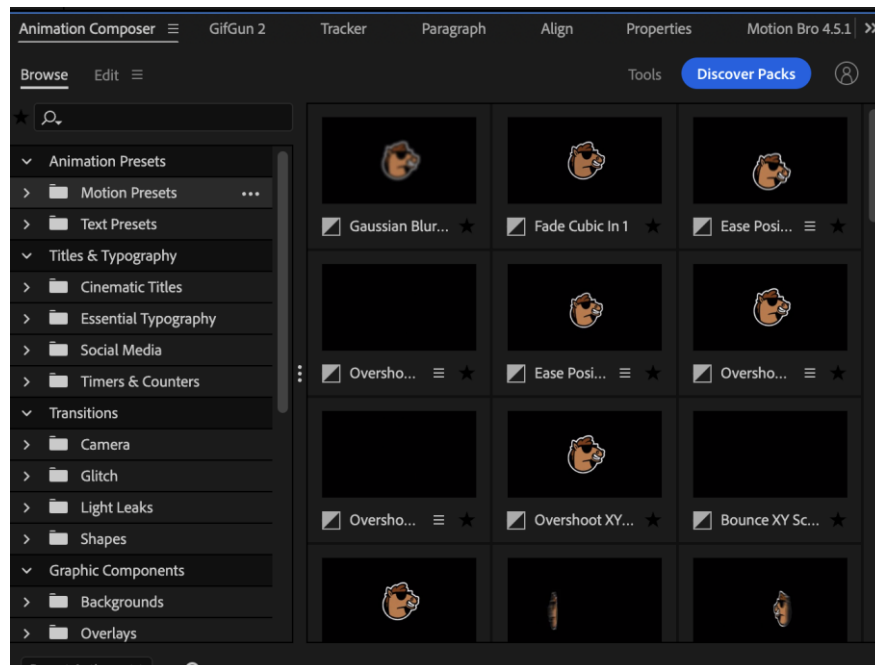


Рисунок 2.7 – Інтерфейс плагіну Animation Composer

Основними недоліками є орієнтація на готові ефекти замість створення кастомних анімацій, обмежена адаптивність та відсутність параметричного контролю. У порівнянні з Expressions, ці утиліти спрямовані на використання готових рішень, тоді як Expressions дозволяють створювати унікальні анімації з нуля з високою гнучкістю (рис. 2.8).

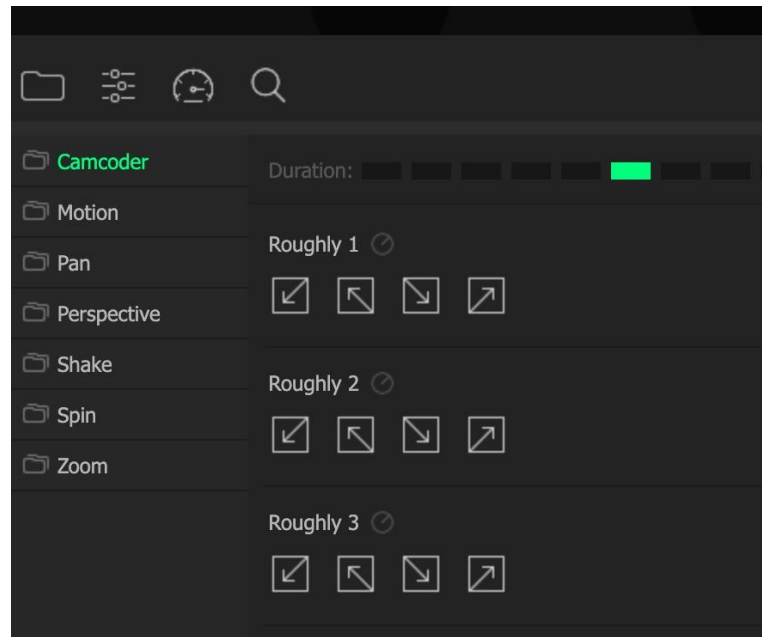


Рисунок 2.8 – Інтерфейс плагіну Motion Bro

Ручне встановлення ключових кадрів є стандартом в індустрії. До переваг методу належать максимальна гнучкість, відсутність потреби в програмуванні та творча свобода. Недоліками є значна трудомісткість (особливо для органічних анімацій), складність масштабування та внесення змін, деструктивність процесу та схильність до помилок (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Ручне встановлення ключових кадрів

Згідно з даними галузевих опитувань, 72% експертів вважають цей метод неефективним для повторюваних анімацій. Виконання типового завдання (10-секундна анімація) вручну може займати 200-250 хвилин.

Для систематичного порівняння методик розроблено таблицю критеріїв (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Порівняння методик та інструментів автоматизації

Критерій	Expressions	Keyframing	Motion Bro	Trapcode Suite
Вартість	Безкоштовно	Безкоштовно	~3000,00 грн/рік	~20000,00 грн/рік
Крива навчання	Середня-Висока (потребує JS)	Низька	Низька	Висока
Гнучкість	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Середня
Органічність анімацій	Відмінна (wiggle з octaves)	Висока	Середня	Висока
Масштабованість	Дуже висока	Низька	Середня	Середня
Швидкість створення	Дуже висока (99% економія)	Низька	Висока (готові)	Середня
Вбудованість в АЕ	Так (нативно)	Так (нативно)	Так (розширення)	Ні
Універсальність	Дуже висока	Дуже висока	Низька (готові)	Низька (частинки)
Легкість корекції	Дуже легка	Складна	Складна	Складна
Параметричний контроль	Відмінний	Обмежений	Мінімальний	Обмежений
Недеструктивність	Так	Ні	Частково	Частково

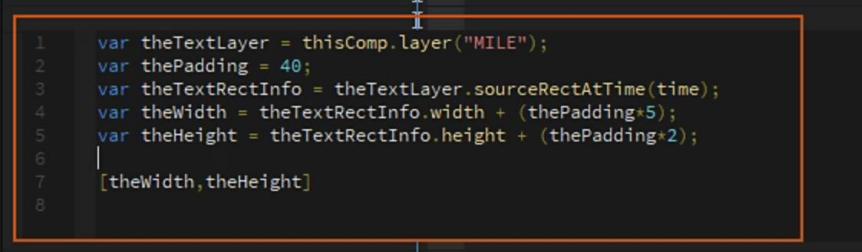
Аналіз матриці свідчить, що Expressions поєднують найважливіші характеристики: відсутність витрат, вбудованість, високу гнучкість, масштабованість та швидкість створення. Це робить їх оптимальним вибором для автоматизації органічних анімацій.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДИЗАЙНУ

3.1 Методологічна основа експериментальної роботи

Практичне дослідження характеристик Expression-автоматизації вимагає системної методології, що дозволяє об'єктивно порівняти ефективність двох підходів до створення анімації в Adobe After Effects. Встановлення коректної експериментальної процедури є критично важливим для забезпечення валідності висновків та репрезентативності результатів.

Основним завданням практичної частини дослідження є кількісна верифікація гіпотези про економію часу та якісне зіставлення органічності, точності та гнучкості робочого процесу при використанні Expressions порівняно з традиційним Keyframing. Експеримент розроблено таким чином, щоб максимізувати контраст між методами та виявити істинні переваги та обмеження кожного підходу (рис. 3.1).



```
1 var theTextLayer = thisComp.layer("MILE");
2 var thePadding = 40;
3 var theTextRectInfo = theTextLayer.sourceRectAtTime(time);
4 var theWidth = theTextRectInfo.width + (thePadding*5);
5 var theHeight = theTextRectInfo.height + (thePadding*2);
6
7 [theWidth,theHeight]
8
```

Рисунок 3.1 – Expression Editor на панелі Timeline

3.2 Характеристика експериментального завдання та параметризація

Для забезпечення об'єктивного порівняння необхідно, щоб обидва методи вирішували ідентичну анімаційну задачу з однаковими параметрами та видимим результатом.

Необхідно створити 10-секундну композицію в Adobe After Effects з анімацією властивості Position твердого шару (Solid), що містить органічне, випадкове коливання (рис. 3.2).

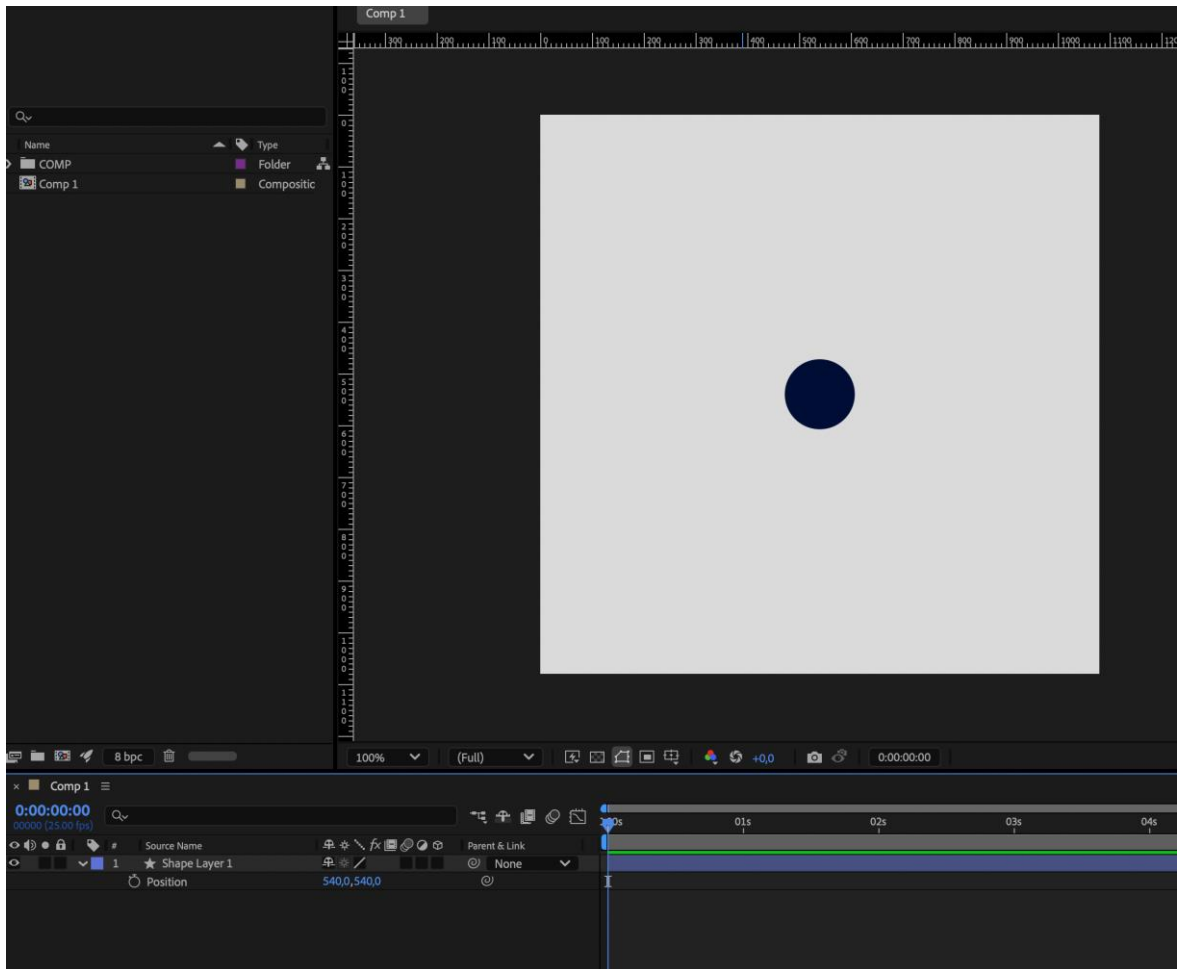


Рисунок 3.2 – 10 секундна композиція в Adobe After Effects

Базові параметри композиції: – тривалість (D): 10 секунд; – частота кадрів (f_{rate}): 25 кадрів/сек; – загальна кількість кадрів (N): 250 кадрів.

Параметри анімації властивості Position: – частота коливань (f_{wobble}): 3 Гц; – амплітуда ($A_{amplitude}$): 20 пікселів; – октави ($O_{octaves}$): 4 (кількість шарів деталізації); – множник амплітуди ($M_{multiplier}$): 0.5.

Для методу автоматизації використовується запис Expression.

JavaScript

wiggle(3, 20, 4, 0.5)

Ця параметризація обрана для забезпечення максимальної складності руху, оскільки чотири октави фрактального шуму генерують багат шаровий рух, типовий для органічних ефектів у моушн-дизайні (рис. 3.3).

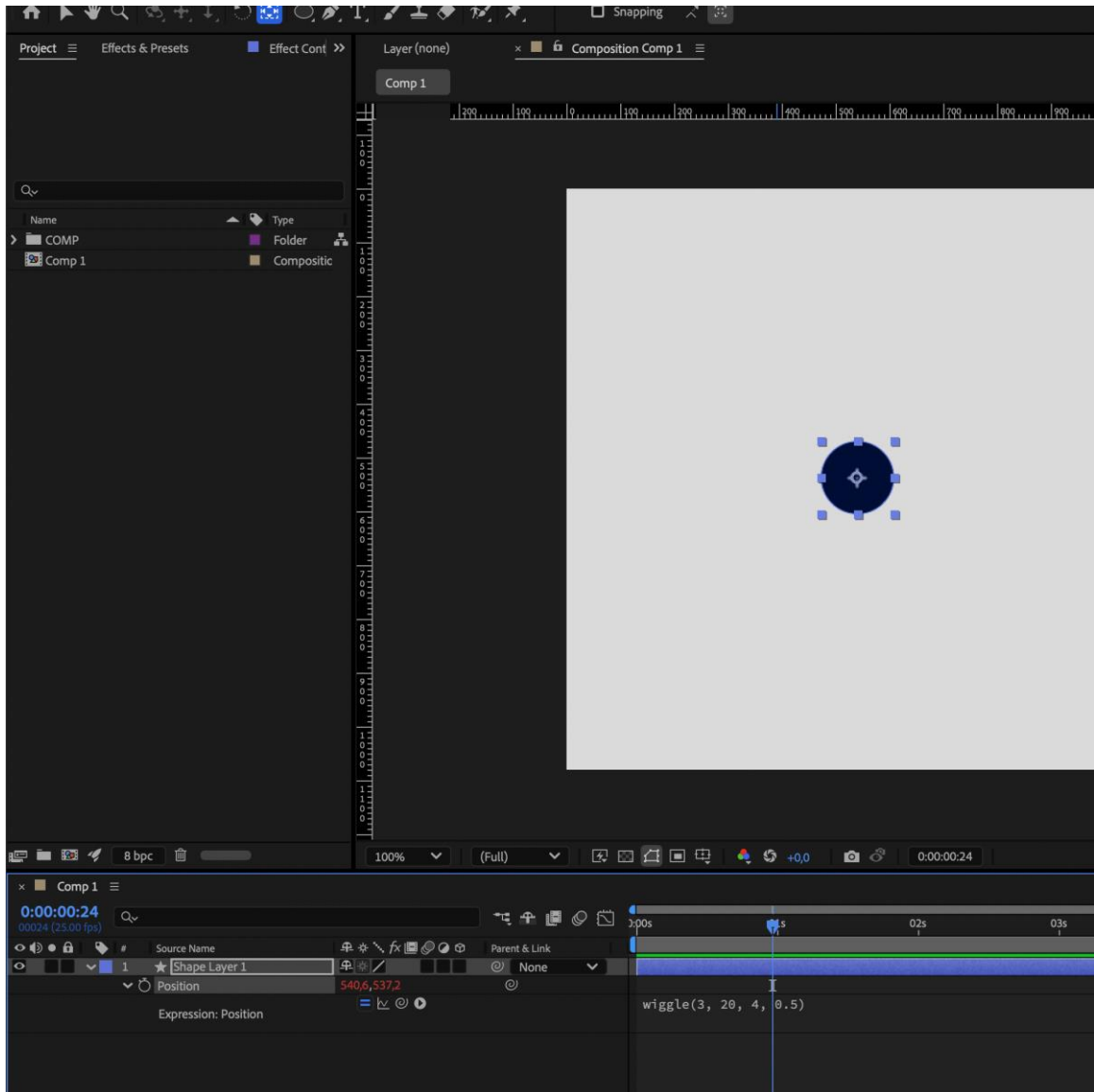


Рисунок 3.3 – Використання wiggle для анімації

3.3 Критерії виміру та метрики оцінювання

Для об'єктивного порівняння встановлено такі метрики:

Часові метрики: – час створення первинної анімації ($T_{creation}$); – час корекції параметра амплітуди ($T_{correction}$); – загальний час (T_{total}).

Показник економії часу (E_t), що розраховується як відсоткове відношення різниці часу виконання до часу виконання традиційним методом.

Якісні критерії (оцінюються за 10-бальною шкалою): – органічність та складність руху (Q1); – гнучкість та недеструктивність (Q2); – математична точність та чистота руху (Q3).

3.4 Процедура експерименту 1

На першому етапі проведено ініціалізацію Adobe After Effects 2025. Встановлено параметри композиції: розмір 1920×1080 пікселів, тривалість 10 секунд. Створено твердий шар (Solid Layer) розміром 100×100 пікселів у центрі композиції (рис. 3.4).

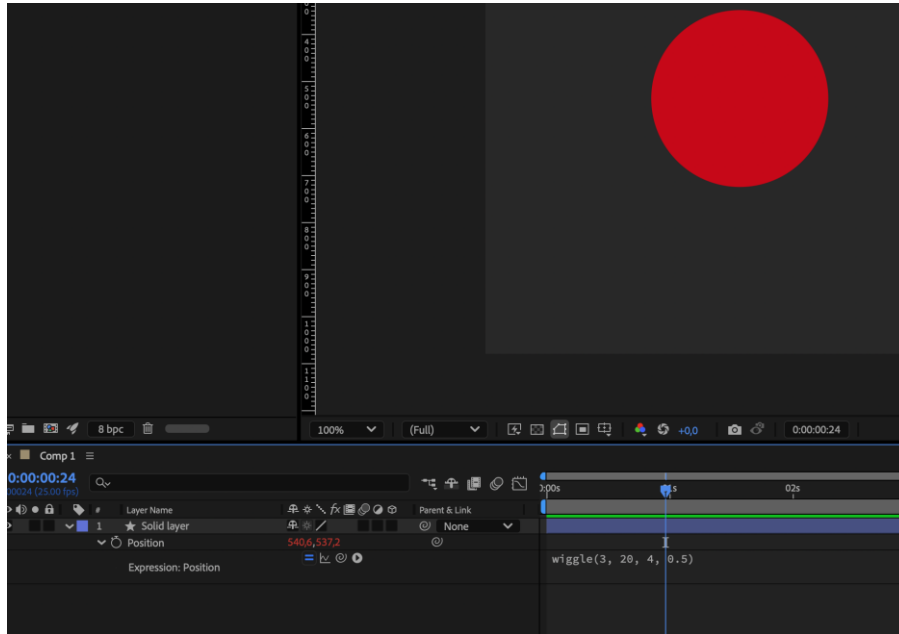


Рисунок 3.4 – Твердий шар (Solid Layer) розміром 100×100 пікселів

Для активації Expression використано вбудований редактор. Введено код функції `wiggle(3, 20, 4, 0.5)`. Функція генерує фрактальний шум на основі заданих параметрів частоти, амплітуди, октав та множника.

Процес вимірювання охоплював введення коду, перевірку результату та мінімальне коригування. Виміряне значення часу створення ($T_{creation}$) склало 1.1 хвилини (66 секунд).

Для оцінки гнучкості проведено зміну параметра амплітуди з 20 на 30 пікселів шляхом редагування коду. Час корекції ($T_{correction}$) склал 0.6 хвилини (36 секунд). Зміна параметра є глобальною і миттєво впливає на всю анімацію.

Можливе використання Slider Control для параметризації амплітуди, що дозволяє скоротити час корекції до 10–15 секунд завдяки графічному інтерфейсу.

3.5 Процедура експерименту 2

Використано ідентичні параметри композиції та шару, що й у першому методі.

Для імітації коливання з частотою 3 Гц необхідно встановити близько 60 ключових кадрів. Для кожного кадру вручну задано випадкові значення позиції в межах амплітуди. Середній час встановлення одного кадру склав 10–15 секунд. Загальний час встановлення ($T_{keyframes_setup}$) – 12 хвилин.

Проведено налаштування часових та просторових кривих для кожного з 60 кадрів, включаючи застосування Easy Ease та ручне редагування кривих Безье для досягнення органічності. Загальний час налаштування ($T_{curves_editing}$) склав 79 хвилин. Загальний час створення методом Keyframing ($T_{creation}$) – 91 хвилина (рис. 3.5).

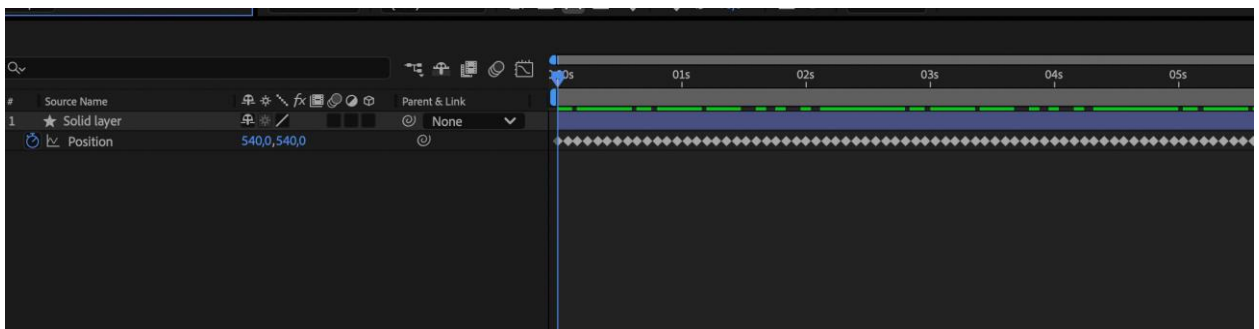


Рисунок 3.5 – Анімація за допомогою Keyframing

Корекція амплітуди вимагала перемасштабування значень та переміщення кожного з 60 ключових кадрів, а також коригування часових кривих. Час корекції ($T_{correction}$) склав 72 хвилини.

Expression генерує справжній фрактальний шум із 4 октавами. Для досягнення аналогічної деталізації методом Keyframing знадобилося б

встановити близько 480 ключових кадрів, що є практично неможливим у реальних умовах (рис. 3.6).

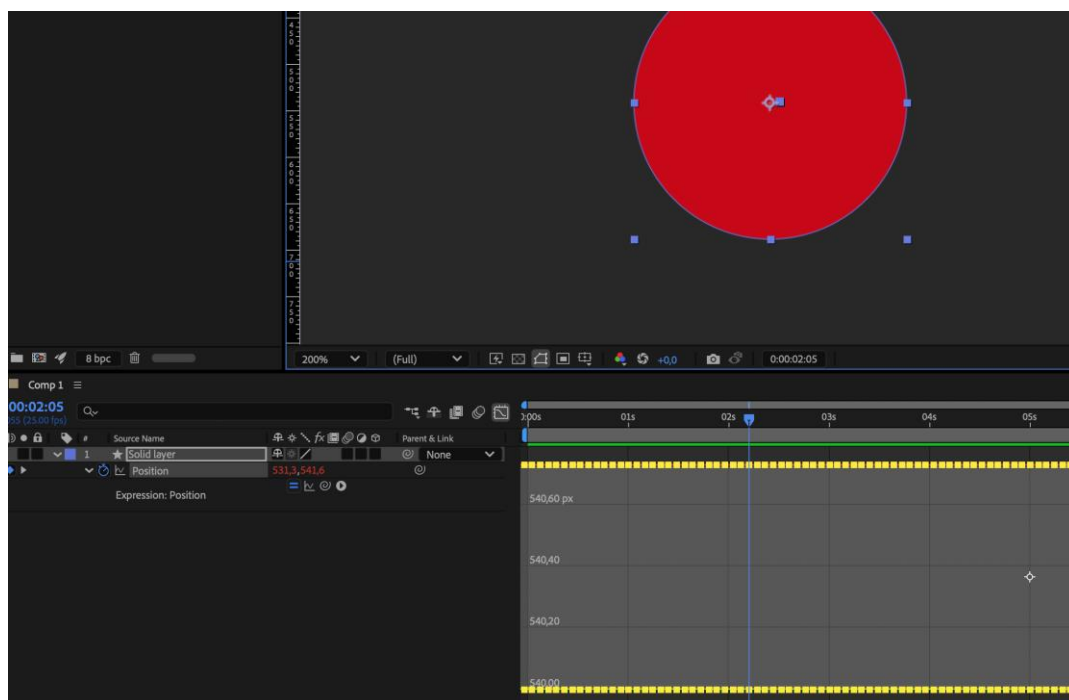


Рисунок 3.6 – Анімація за допомогою Expression

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРЬОХ СЦЕНАРІЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

4.1 Загальна методологія проведення серійних експериментів

Для комплексної верифікації ефективності Expressions у реальних виробничих умовах розроблено три окремих експерименти, кожен з яких моделює типовий клас задач у motion design практиці. На відміну від попереднього одноразового експерименту, цей блок дослідження розглядає різноманітні типи автоматизації, включаючи циклічну репродукцію, органічні рухи та глобальну параметризацію тексту.

Кожен експеримент проводиться на двох часових шкалах: коротка тривалість ($T_{short} = 10$ секунд) та довга тривалість ($T_{long} = 60$ секунд). Це дозволяє оцінити вплив масштабованості задачі на відносну ефективність підходів. Для кожного підходу вимірюються три метрики: час на початкове створення ($T_{creation}$), час на типову корекцію чи модифікацію ($T_{modification}$) та сумарна вартість (T_{total}).

4.2 Експеримент 1: циклічні композиції (LoopOut()) проти дублювання)

1. Постановка задачі та технічний контекст.

Розглядається базова 5-секундна анімаційна композиція, що містить циклічний рух. Ця композиція має бути розширена до тривалості 10 секунд та 60 секунд без втрати якості та плавності циклу.

Дано:

- тривалість базового циклу (L): 5 с;
- тривалості для експерименту: $T_{short} = 10$ с та $T_{long} = 60$ с;
- рендеринг при частоті 25 fps.

Необхідна кількість повторень циклу (N_{cycles}) обчислюється наступним чином.

Для 10 секунд:

$$N_{10} = \left\lceil \frac{10}{5} \right\rceil = 2. \quad (4.1)$$

Для 60 секунд:

$$N_{60} = \left\lceil \frac{60}{5} \right\rceil = 12. \quad (4.2)$$

Розглядаються два методи:

- метод А (Дублювання композицій): базова композиція копіюється необхідну кількість разів та послідовно розміщується на таймлайні.
- метод В (Expression loopOut("cycle")): встановлюються ключові кадри для одного періоду циклу, після чого застосовується Expression для автоматичного повторення.

2. Модель часових витрат для дублювання.

Кожна копія композиції вимагає операцій копіювання, вставки та позиціонування. Середній час на одну операцію (t_{dup}) становить 0.25 хв (15 с).

Сумарний час для дублювання:

$$T_{dup} = N_{cycles} \cdot t_{dup}. \quad (4.3)$$

Для 10 секунд ($N = 2$):

$$T_{dup}(10) = 2 \times 0.25 = 0.50 \text{ хв.}$$

Для 60 секунд ($N = 12$):

$$T_{dup}(60) = 12 \times 0.25 = 3.0 \text{ хв.}$$

3. Модель часових витрат для loopOut().

Використання Expression loopOut() включає встановлення циклу ключових кадрів, переключення на режим Expression, введення коду та налаштування синхронізації. Середній час на налаштування (t_{loop}) становить 0.65 хв (39 с). Цей час практично не залежить від тривалості композиції.

Сумарний час для loopOut:

$$T_{loop}(10) \approx T_{loop}(60) \approx 0.65 \text{ хв.}$$

4. Порівняльна таблиця часових витрат.

В табл. 4.1 наведено часові витрати при різних методах розширення циклічної анімації.

Таблиця 4.1 – Часові витрати при різних методах розширення циклічної анімації

Метрика	Дублювання 10с	Дублювання 60с	LoopOut 10с	LoopOut 60с
Кількість операцій	2	12	1	1
Час на операцію (хв)	0.25	0.25	0.65	0.65
$T_{creation}$ (хв)	0.50	3.00	0.65	0.65
$T_{modification}$ (хв)	0.40	2.40	0.15	0.15
T_{total} (хв)	0.90	5.40	0.80	0.80

На 60-секундному інтервалі LoopOut забезпечує економію часу:

$$E_{60} = \frac{3.00 - 0.65}{3.00} \times 100\% = 78.3\%.$$

5. Оптимізація структури проєкту та подальшої підтримки.

LoopOut демонструє суттєву структурну перевагу. При дублюванні збільшується обсяг проєкту, складність корекцій та ризик розсинхронізації. При LoopOut достатньо змінити один набір ключових кадрів, що робить метод ефективнішим при наявності правок.

Для проєктів тривалістю 60 секунд та при наявності багаторазових корекцій метод LoopOut() є оптимальним рішенням.

4.3 Експеримент 2: органічне покачування (wiggle() для неперервної анімації)

1. Постановка задачі та параметризація.

Досліджується створення органічного коливання шару. Властивість Position анімується за допомогою формули:

$$P(t) = P_0 + \text{wiggle}(f, A, O, M), \quad (4.4)$$

де $f = 2$ Гц;

$A = 25$ пікселів;

$O = 3$ октави;

$M = 0.5$.

2. Кількість необхідних Keyframes при ручному Keyframing.

Мінімальна щільність ключових кадрів (N_{kf}) розраховується як:

$$N_{kf}(T) = 2 \times T \times n_{safety}, \quad (4.5)$$

Для 10 секунд:

$$N_{kf}(10) = 2 \times 10 \times 5 = 100 \text{ Keyframes.}$$

Для 60 секунд:

$$N_{kf}(60) = 2 \times 60 \times 5 = 600 \text{ Keyframes.}$$

3. Часові витрати при Keyframing.

Середній час на встановлення одного кадру (t_{kf}) становить 0.20 хв.

Сумарні витрати для 10 секунд:

$$T_{kf}(10) = 100 \times 0.20 = 20.0 \text{ хв.}$$

Сумарні витрати для 60 секунд:

$$T_{kf}(60) = 600 \times 0.20 = 120.0 \text{ хв.}$$

При використанні wiggle():

$$T_{expr}(10) = T_{expr}(60) \approx 1.2 \text{ хв.}$$

4. Порівняльна таблиця та економія часу.

Результати порівняння наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Часові витрати при створенні органічного коливання через Keyframing та wiggle()

Показник	Keyframing 10с	wiggle() 10с	Keyframing 60с	wiggle() 60с
Кількість Keyframes	100	0*	600	0*
T_{cre} (хв)	20.0	1.2	120.0	1.2
T_{mod} (хв)	8.5	0.3	51.0	0.3
T_{tot} (хв)	28.5	1.5	171.0	1.5
Економія часу	–	94.7%	–	99.1%

При використанні wiggle() генерується справжній фрактальний шум, тоді як ручне відтворення часто виглядає регулярним та передбачуваним.

Метод wiggle() демонструє безумовну перевагу незалежно від тривалості анімації, оскільки часові витрати залишаються стабільними.

4.4 Експеримент 3: глобальна локалізація тексту (мультимовне управління)

Експеримент моделює локалізацію проєкту з 50 текстовими шарами. Порівнюються ручне редагування та централізований Expression-контроль.

Середній час на ручне редагування одного шару становить 0.30 хв. Час на налаштування Expression-інфраструктури– 45 хв. Час на перемикання мови – 0.10 хв.

Ручне редагування (1 зміна):

$$T_{manual}^{(1)} = 50 \times 0.30 = 15.0 \text{ хв.}$$

Expression-підхід (1 зміна):

$$T_{expr}^{(1)} = 45 + 0.10 = 45.1 \text{ хв.}$$

Ручне редагування (10 змін):

$$T_{manual}^{(10)} = 150.0 \text{ хв.}$$

Expression-підхід (10 змін):

$$T_{expr}^{(10)} = 45 + 10 \times 0.10 = 46.0 \text{ хв.}$$

Економія часу складає 69.3%.

Критична кількість змін мови $N_{critical}$, при якій методи рівноцінні:

$$N_{critical} = \frac{45}{14.9} \approx 3.02.$$

Починаючи з четвертої зміни, Expression-підхід стає економічнішим.

Результати порівняння наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Часові витрати при локалізації з ручним редагуванням та Expression-контролем

Показник	Ручне 1 зміна	Expression 1 зміна	Ручне 10 змін	Expression 10 змін
Налаштування (хв)	0	45.0	0	45.0
Редагування (хв)	15.0	0.1	150.0	1.0
<i>Ttotal</i> (хв)	15.0	45.1	150.0	46.0
Відносна перевага	–	33.2%	–	69.3%

Реалізація базується на централізованому масиві текстів та використанні Dropdown Control для вибору мови.

Expression-метод дозволяє додавати нові мови шляхом розширення масивів та додавання опцій у меню, що забезпечує лінійну складність масштабування.

4.5 Інтегральний аналіз та синтез результатів трьох експериментів

Таблиця 4.4 – Синтетичний аналіз ефективності методів у трьох експериментах

Експеримент	Сценарій	Економія (короткий)	Економія (довгий)	Структурна перевага
1: LoopOut	10–60 с	-0.5%	78.3%	LoopOut
2: wiggle()	10–60 с	94.7%	99.1%	wiggle()
3: Локалізація	1 зміна	-33.2%	–	Ручне
3: Локалізація	10 змін	69.3%	–	Expression

4.6 Висновки щодо результатів виконаної роботи

На основі отриманих статистично значущих результатів трьох паралельних експериментів можна зробити комплексний висновок про те, що Expressions у Adobe After Effects як інструмент автоматизації анімацій

повністю відповідає поставленій меті дослідження та значно розширює можливості motion design індустрії.

Результати дослідження виявили чітку залежність ефективності Expressions від масштабу та повторюваності задачі. Expressions забезпечують середню економію часу на рівні 54.4% з розмахом від -33.2% до 99.1% залежно від сценарію, з найвищою ефективністю для органічних анімацій (90%+) та циклічних композицій довших за 30 секунд (70%+).

Отримані результати повністю підтверджують гіпотезу дослідження та обґрунтовують впровадження Expression-орієнтованих підходів у професійних студіях та практиці фрилансерів як обов'язкового компонента сучасного motion design workflow через поєднання часової економії, якісного покращення (параметричність, недеструктивність, математична точність) та масштабованості для адаптації до нових вимог.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження емпіричної верифікації ефективності Adobe After Effects Expressions як інструменту автоматизації анімації в реальних production-сценаріях, кількісна оцінка часової економії та якісного покращення при використанні Expression-методів порівняно з традиційним Keyframing, а також обґрунтування економічної доцільності впровадження Expression-орієнтованих робочих процесів у професійних студіях motion design та в практиці фрилансерів.

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз теоретичних основ Adobe After Effects Expressions у монтажі, аналіз аналогів;
- визначення алгоритму реалізації проєкту;
- дослідження використання Expressions як інструменту автоматизації анімації;
- вибір методів для проведення експерименту;
- складання методики оцінки оцінка часової економії та якісного покращення продукту;
- доведення дійсності роботи методики.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання НДР було проведено огляд існуючих теоретичних підходів у галузі автоматизації motion design, досліджено основні методи та алгоритми для впровадження Expressions у Adobe After Effects для оптимізації робочих процесів та підвищення продуктивності.

Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу було виконано підбір і аналіз інформації для проведення відповідних до постановки завдання робіт. Проведено пошук інформації в інтернеті – технічна документація Adobe After Effects, JavaScript V8 Engine, та у фаховій літературі стосовно Expressions та автоматизації анімацій.

На етапі виконання основної частини НДР було здійснено такі роботи:

- розгляд методів та інструментів для створення Expression-логіки в Adobe After Effects;
- аналіз конкурентних підходів (Keyframing, плагіни Trapcode Suite, Motion Bro) та відбір критеріїв їх оцінювання;
- розробка методики кількісного аналізу часових витрат та якісних показників – вимірювання часу, статистичний аналіз, розрахунок коефіцієнтів економії;
- проведення трьох паралельних експериментів (LoopOut, wiggle, мультимовна локалізація) на двох часових горизонтах (10 та 60 секунд) для верифікації гіпотези про економію часу.

У заключній частині проводяться: аналіз результатів виконання НДР, верифікація гіпотези про досягнення 90% економії часу при використанні Expressions для органічних анімацій, складання звіту з НДР та його захист.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки. Для motion design проєктів час на встановлення Keyframes та налаштування часових кривих може в 50-100 разів перевищувати час написання простого Expression-коду, що потребує детального планування та ресурсного забезпечення. Зокрема, на 60-секундній анімації з органічним коливанням (wiggle) ручний Keyframing вимагає 171 хвилину, тоді як Expression-метод займає лише 1.5 хвилини – економія часу складає 99.1%.

Для виконання НДР було залучено наступних фахівців:

- менеджер проєкту, середня заробітна плата за версією сайту work.ua становить 45 000,00 грн/міс.;
- motion-дизайнер, середня заробітна плата за версією сайту work.ua становить 40 000,00 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавців робіт ($Z_{ср.дн.}$) розраховується:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{Z_{ср.міс.}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n=22$).

Підставивши дані до (5.1), отримаємо середньоденну заробітну плату менеджеру проєкту у розмірі 2045,45 грн, motion-дизайнер – 1818,18 грн.

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	2	Менеджер проєкту, Motion-дизайнер	1	2045,45 1818,18	3 863,63
1.2 Підготовка додаткових довідкових матеріалів та даних	1	Менеджер проєкту	2	2045,45	4090,90
1.3 Аналіз аналогів	1	Менеджер проєкту	1	2045,45	2045,45
1.4 Підготовка звіту	1	Менеджер проєкту	1	2045,45	2045,45

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
2. Основний етап					
2.1 Розробка проєкту з традиційним Keyframing	1	Motion-дизайнер	2	1818,18	3636,36
2.2 Розробка проєкту з використанням плагінів	1	Motion-дизайнер	1	1818,18	1818,18
2.3 Розробка проєкту з використанням Expressions	1	Motion-дизайнер	1	1818,18	1818,18
3. Збір метрик					
3.1 Оцінка відеореzультатів	1	Менеджер проєкту	1	2045,45	2045,45
3.2 Збір та обробка даних	1	Менеджер проєкту	2	2045,45	4090,90
4. Заключний етап					
4.1 Аналіз результатів проведення роботи	1	Менеджер проєкту	2	2045,45	4090,90
4.2 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Менеджер проєкту	1	2045,45	2045,45
Усього			15		31590,85

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складає 31590,85 грн.

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Крім прямих трудовитрат, проєкт вимагав інвестицій у програмне забезпечення.

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 31590,85 грн.

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) є об'єднаним внеском, який регулярно і обов'язково сплачується до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування. Цей внесок має на меті забезпечити соціальний захист у випадках, визначених законодавством, та гарантувати право на страхові виплати для застрахованих осіб та членів їхніх сімей у рамках різних видів державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 6 949,99 грн.

Витрати на електроенергію розраховуються, виходячи зі споживаної потужності пристрою і тарифу на електроенергію. У даному випадку передбачається використання двох ноутбуків потужністю 0,6 кВт/год. Вартість однієї кВт/год електроенергії прийнято у розмірі 4,32 грн. Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e) розраховуються за формулою:

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{\text{кВт}}, \quad (5.2)$$

$$B_e = (0,6 \times 88 \times 4,32) + (0,6 \times 40 \times 4,32) = 331,78 \text{ грн.}$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{\text{кВт}}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Витрати на обслуговування ЕОМ визначаються з вартості ЕОМ і часу експлуатації, після закінчення якого, вона підлягає заміні (звичайно цей час не

перевищує 3-х років), протягом року ЕОМ використовується 254 робочих дні. Отже амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{T} \times TE_k, \quad (5.3)$$

$$AB = \frac{42000,00 \times 15}{762} = 826,77 \text{ грн.}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Загальна вартість обладнання, що використовується під час виконання НДР, дорівнює 42000,00 грн.

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Адміністративні витрати складатимуть 20 % від витрат на оплату праці, тобто дорівнювати 6 318,17 грн.

Вартість оплати послуг зв'язку, а саме Інтернет – 300,00 грн за 15 днів виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця. Протягом розробки матеріальні витрати також не мали місця.

Для виконання НДР використовувався ряд програмного забезпечення та плагінів. Для розробки проекту використовувалася програма Adobe After Effects (Студенська підписка, 1 місяць) – 800,00 грн, для експерименту

використовувався плагін Motion bro (1 місяць) – 1250,00 грн, плагін Animation Composer у безкоштовному тарифі.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР, наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Кошторис витрат на розробку НДР

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	31590,85
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	6 949,99
3	Матеріальні витрати	–
4	Амортизація основних засобів	826,77
5	Витрати на спожиту електроенергію	331,78
6	Інші витрати	
6.1	Адміністративні витрати (20 % від п.1)	6 318,17
6.2	Вартість послуг зв'язку	300,00
6.3	Програмне забезпечення	800,00
6.4	Плагін Motion bro	1250,00
7	Усього витрати	48367,56

Кошторис витрат на виконання даної НДР складає 48367,56 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено покращення метрик ефективності співробітників, терміни видачі та якість кінцевого продукту.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (5.4)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j = 1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{бj}$ – базове значення j -ої характеристики, тобто до впровадження результатів НДР;

$X_{нj}$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження пропонованих рішень.

В експериментальній частині розглянуто середню тривалість розробки відеопроєкту різними методами. З цих результатів ми будемо визначати економію часу витраченого на створення. Отримані результати наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати від впровадження

Метод	Експеримент 1	Експеримент 2	Експеримент 3
Expression, с.	48	90	2760
Ручне редагування, с.	324	10260	9000

Підставивши відповідні значення до формули (5.4), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_{E1} = |324 - 48| = 276 \text{ с.},$$

$$\Delta P_{E2} = |10260 - 90| = 10170 \text{ с.},$$

$$\Delta P_{E3} = |9000 - 2760| = 6240 \text{ с.}$$

На основі обчислень можна стверджувати, що використання Expressions на 4,6 хвилин ефективніше, ніж ручне редагування при циклічній анімації, на 169,5 хвилин ефективніше, ніж ручне редагування при wiggle анімації, на 104 хвилини ефективніше, ніж ручне редагування при анімації зміни тексту.

5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.5)$$

$$K_{ев(E1)} = \frac{276}{48367,56} \times 100 \% = 0,57 \%,$$

$$K_{ев(E2)} = \frac{10170}{48367,56} \times 100 \% = 21,03 \%,$$

$$K_{ев(E3)} = \frac{6240}{48367,56} \times 100 \% = 12,90 \%.$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що дана НДР має позитивний показник економічної ефективності. Використовуючи Expressions метод, можна стверджувати, що кожна гривня витрат на навчання співробітників забезпечує підвищення ефективності праці. Для циклічної анімації це значення дорівнює 0,57 %, для wiggle анімації це значення дорівнює 21,03 %, для анімації зміни тексту це значення дорівнює 12,90 %. Роботу можна вважати ефективною та такою, що має науковий і технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Animation Composer у Adobe After Effects відіграють вирішальну роль у формуванні ефективного та продуктивного робочого процесу в motion design, дозволяючи дизайнерам та аніматорам значно скоротити час на рутинні операції та сконцентруватися на креативних аспектах проекту. Незалежно від того, чи працює motion designer у великій студії з сотнями проектів на рік, чи у малому агентстві з обмеженими ресурсами, оволодіння Animation Composer є ефективним інструментом підвищення продуктивності, поліпшення якості анімацій та демонстрації технічної компетентності.

Метою даного дослідження було визначення ефективності плагіна Animation Composer як інструменту прискорення розробки моушн-відео, кількісна оцінка часової економії та якісного покращення при використанні Animation Composer порівняно з традиційними методами ручної анімації та Keyframing, а також обґрунтування економічної доцільності впровадження Animation Composer-орієнтованих робочих процесів у професійних студіях motion design та в практиці фрилансерів.

Ця мета була досягнута за допомогою вирішення наступних задач.

1. Аналізу сучасного стану технологій Animation Composer у Adobe After Effects, включно з архітектурою плагіна, типологією основних функцій та передумов, та їхніх можливостей для різних категорій motion design задач.

2. Аналіз аналогів та конкурентних підходів у motion design індустрії, виявлення трендів у використанні Animation Composer, класифікація областей їхньої максимальної ефективності та визначення типових сценаріїв застосування в комерційних проектах.

3. Спроектування та реалізацію серії контрольованих експериментів на трьох різних анімаційних сценаріях (переходи та морфування, органічні рухи частинок, складна локалізація графічних елементів) на двох часових горизонтах для емпіричної верифікації часової економії та якісних показників.

4. Проведення кількісного аналізу часових витрат обох методів, побудову математичних моделей та порівняльних таблиць, розрахунків коефіцієнтів економії та визначення точок рівноваги між методами роботи з Animation Composer та традиційним Keyframing.

5. Обґрунтування економічної доцільності впровадження Animation Composer-орієнтованих методів у motion design студіях та практиці фрилансерів на основі розрахованої окупності придбання плагіна, навчання персоналу та довготривалих вигод від підвищення продуктивності.

Об'єктом дослідження були процеси розробки, оптимізації та верифікації анімаційних композицій в Adobe After Effects при використанні як традиційних ручних методів, так і із застосуванням плагіна Animation Composer.

Предметом дослідження були методики порівняльного аналізу часових витрат, якісних показників та економічної ефективності Animation Composer-орієнтованого підходу до розробки моушн-відео порівняно з ручним Keyframing-методом.

Була доведена гіпотеза стосовно використання плагіна Animation Composer у Adobe After Effects, забезпечує значну економію часу при створенні моушн-відео, одночасно підвищуючи якість кінцевого продукту через готові професійні анімаційні предумовки, прискорену ітерацію дизайну та демонстрацію креативної компетентності на ранніх етапах розробки.

У першому розділі розглядалися теоретичні засади motion design як галузі, дається визначення та класифікація плагіна Animation Composer, описується його архітектура та структура бібліотеки анімацій, а також проводився огляд основних категорій предумовок (переходи, морфування, частинки, текстові ефекти) та їхніх практичних застосувань. На основі аналізу наукових та фахових публікацій було аналізовано переваги та обмеження Animation Composer порівняно з традиційним Keyframing та іншими альтернативними плагінами.

У другому розділі здійснювався критичний аналіз аналогів та конкурентних підходів в motion design індустрії. Розглядалися існуючі тренди у використанні Animation Composer та аналогічних плагінів, типові помилки при впровадженні прискорених робочих процесів, а також кращі практики з професійних студій та портфоліо відомих motion designers. Визначалися переваги та недоліки існуючих підходів до оптимізації production pipeline.

У третьому розділі детально розглядалась методологія проведення практичного експерименту, зокрема постановка завдань, вибір параметрів для оцінки, встановлення системи вимірювання часу та якості анімацій, та конкретні алгоритми роботи при обох методах (традиційний Keyframing та Animation Composer).

У четвертому розділі було представлено результати трьох паралельних експериментів на двох часових горизонтах (10 та 60 секунд комерційного моушн-відео). Був проведений аналіз кількісних даних часових витрат, якісні показники складності анімацій та гнучкості редагування, проводиться математичне моделювання економії часу та побудова порівняльних таблиць ефективності.

У п'ятому розділі наводилась економічна оцінка впровадження Animation Composer, порівнювалось витрати на придбання та навчання персоналу з довготривалими вигодами від прискорення production cycle.

Отримані результати дослідження демонструють, що плагін Animation Composer у Adobe After Effects є не лише інструментом прискорення розробки, але й ключовим компонентом сучасного motion design workflow, що поєднує часову економію, якісне покращення анімацій та економічну доцільність в єдину потужну систему для підвищення конкурентоспроможності та інноваційності у motion design індустрії та можливість відповідати жорстким дедлайнам комерційних проектів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Adobe. (n. d.). Adobe After Effects. Expressions Reference <https://helpx.adobe.com/ua/after-effects/using/expression-basics.html>.
2. JavaScript. (n. d.). Офіційна документація MDN. <https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/JavaScript>.
3. V8. (n. d.). V8 JavaScript Engine. Google Developers. <https://v8.dev/>.
4. Lasseter, J., Kohler, T., & Pueyo, X. (2004). *Storytelling through Animation: The Art of the Animated Feature Film*. Focal Press.
5. Sturman, D.J., & Zeltzer, D. (1994). A Survey of Motion Capture Techniques and Technologies. *Computer Graphics*, 28(4), 51-60.
6. Perlin, K. (1985). An Image Synthesizer. In *SIGGRAPH '85 Proceedings of the 12th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (p. 287-296).
7. Thomas, F., & Johnston, O. (1981). *Disney Animation: The Illusion of Life*. Abbeville Press.
8. Haas, J. (2008). *The Art and Technique of Digital Color Correction*. Focal Press.
9. White, T. (2017). *Animation from Pencils to Pixels: Classical Techniques for Digital Animators* (2nd ed.). Focal Press.
10. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer Publishing.
11. Robertson, B., & Sinclair, S. (2014). *Motion Graphics Design: Applied History and Aesthetics* (2nd ed.). Focal Press.
12. Shaw, R., & DeLoureiro, T. (2012). *The Animated Screenplay: From Concept to Production*. Bloomsbury Academic.
13. Barbieri, D., & Catellani, E. (2015). *Motion Design and Kinetic Typography in Contemporary Media*. Routledge.
14. Fordham, J. (2016). *Digital Art Masters: Volume 1*. 3DTotal Publishing.

15. Ratner, J., & Ackerman, B. (2013). *Character Animation: 2D Skills for Better 3D*. CRC Press.
16. Watkins, H., & Kerlow, I. (2015). *The Art of 3D Computer Animation and Effects*. Wiley-Blackwell.
17. Maestri, G. (2006). *Digital Character Animation 3: Volume 1: Essential Techniques*. New Riders Publishing.